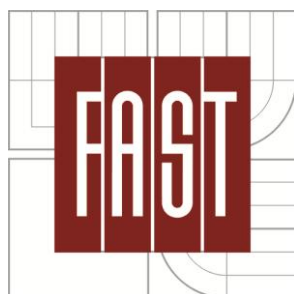


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH  
KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## OBTOKOVÝ KANÁL V AREÁLU ČOV

BY-PASS DUCT AT SEWERAGE PLANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

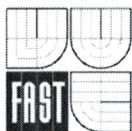
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MARTIN HYRŠ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ STRNAD, PH.D.

BRNO 2013



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program**

B3607 Stavební inženýrství

**Typ studijního programu**

Bakalářský studijní program s prezenční formou studia

**Studijní obor**

3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

**Pracoviště**

Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student**

Martin Hyrš

**Název**

Obtokový kanál v areálu ČOV

**Vedoucí bakalářské práce**

Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

**Datum zadání  
bakalářské práce**

30. 11. 2012

**Datum odevzdání  
bakalářské práce**

24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu



N. r.

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Schémata zadaného objektu (dílčí půdorysy a řezy)

Platné normy z oboru betonových a zděných staveb, geotechniky atd.

Majdúch: Zásady vystužování betonových konstrukcí

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

## **Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

Rozbor zatěžovacích stavů. Návrh vhodné třídy betonů a krytí.

Statická analýza nosné konstrukce.

Výkresová dokumentace: tvary, vyztužení a zámečnické výrobky.

Technická zpráva statické části.

Textová část (průvodní zpráva atd.)

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) vizualizace

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x), Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Jiří Strnad, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

**Abstrakt:**

Cílem práce bylo navrhnout železobetonový obtokový kanál a vedlejší stropní desku v čistírně odpadních vod v Loučné nad Desnou.

**Abstact**

Target of this work was to design reinforced concrete By-pass duct and by cross reinforced plate at sewerage plant in Loučná nad Desnou

**Klíčová slova**

Železobeton, beton, betonářská výztuž, obtokový kanál, křížem vyztužená deska, železobetonová deska,

**Key words**

Reinforced concrete, concrete, concrete reinforcement, by-pass duct, cross reinforced plate, reinforced concrete plate

**Bibliografická citace**

HYRŠ Martin. Obtokový kanál v areálu ČOV: bakalářská práce. Brno, 2013



**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne .....

.....

podpis autora



**Poděkování:**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce inženýru Jiřímu Strnadovi za vstřícnost při poskytování konzultací a za jeho odborné rady. Dále bych rád poděkoval rodičům za jejich podporu při studiu.



## **Obsah**

1.úvod.....	str. 11
2.Technická zpráva.....	str. 12
3. Průvodní zpráva statickým výpočtem.....	str. 15
4. Závěr.....	str. 21
5. Seznam použitých zdrojů.....	str. 22
6. Seznam příloh.....	str. 23

## Úvod

Toto téma jsem si zvolil zejména proto, abych se zdokonalil v navrhování železobetonových konstrukcí, dále protože mě navrhování konstrukcí z betonu a železobetonu baví a myslím si, že toto odvětví má budoucnost a že je dostatečně perspektivní.

Cílem této práce bylo zpracovat statický výpočet křížem vyztužené desky a obtokového kanálu v čistírně odpadních vod, zejména analyzovat zatěžovací stavy, které rozhodují o únosnosti konstrukcí a posouzení mezního stavu únosnosti. Dále zpracovat výkresovou dokumentaci těchto konstrukcí.



## **Technická zpráva**

## **1. Identifikační údaje**

Název:	Obtokový kanál a křížem vyztužená deska
Charakter stavby:	novostavba
Místo:	Čistička odpadních vod Loučná nad Desnou
Autor:	Martin Hyrš

## **2. Soubor použitých norem a literatury**

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení Konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-1-3 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Skriptu používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

## **3. Použité podklady**

Schémata zadaného objektu (dílčí půdorysy a řezy)

## **4. Použité programy**

Program AutoCAD 2011

Scia Engineering 2012.0

## **5. Popis konstrukce**

### **5.1 Obtokový kanál**

Jedná se o monolitickou železobetonovou konstrukci sloužící k úpravě povrchové vody v čistírně odpadních vod v obci Loučná nad Desnou. Konstrukce musí splňovat nároky, které jsou na ni kladeny obsluhou čistírny.

### **5.2 Křížem vyztužená deska**

Taktéž se jedná o monolitickou železobetonovou stropní konstrukci, která slouží k bezpečnému pohybu osob, které budou obsluhovat obtokový kanál.

## **6. Části konstrukcí**

### **6.1 Obtokový kanál**

Skládá se z železobetonového bloku, který je vynášen dvěma železobetonovými stěnami tloušťky 300mm, desky tloušťky 200 mm, která je vynášena železobetonovou stěnou tloušťky 300mm a železobetonovým žebrem o rozměrech 900x200mm. Deska vynáší železobetonové stěny tloušťky 400 a 175mm, které jsou do ní vetknuty, ty tvoří koryto pro

odpadní vodu. Železobetonové stěny, které vynášejí blok a desku nejsou předmětem řešení této práce.

## **6.2 Křížem vyztužená deska**

Deska tvoří stropní desku suterénu objektu. Má tloušťku 200mm a je vynášena železobetonovými stěnami tloušťky 300 a 400mm. Tyto stěny nejsou předmětem této práce.

## **7. Použité materiály**

Beton C30/37-XA2 - CI 0.20-DMAX22-S3

Betonářská výztuž

Značka	$f_{yk}$ [Mpa]	$f_{yd}$ [Mpa]	$E_s$ [Gpa]
B500B	500	434	200

## **Průvodní zpráva statickým výpočtem**

## **1. Třída prostředí a krytí**

Konstrukce se nachází v třídě prostředí XC4, tedy střídavě mokré a suché prostředí. Z tohoto faktu vychází i minimální hodnota krytí.

## **2. Zatížení**

Všechna zatížení jsou brána z výseku o šířce 1m'.

## **3. Stěna S1**

V úvahu byl brán metr běžný stěny v místě, kde je nejnižší výška spádovací vrstvy z prostého betonu, a tudíž největší hloubka vody. V tomto místě je stěna namáhána největším hydrostatickým tlakem.

### **3.1 Vlastní tíha**

Stěna je zatížena vlastní tíhou. Ta působí ve svislém směru jako spojitě zatížení na metr běžný po výšce stěny.

### **3.2 Ostatní stálé zatížení**

#### 3.2.1 Rošt

Stěnu zatěžuje reakce od vlastní tíhy roštu který překrývá koryta kanálu. Objemová tíha roštu je  $0,22 \text{ KN/m}^2$

### **3.3 Proměnné zatížení**

#### 3.3.1 Voda.

V úvahu je brán zatěžovací stav, kdy voda proudí pouze v hlubším korytě, protože toto zatížení bude vyvolávat největší ohybový moment.

#### 3.3.2 Lidé na stěně kanálu

Tento zatěžovací stav představuje obsluhu ČOV která se bude po stěně kanálu pohybovat a bude s sebou mít hadice od čerpadla. Tento zatěžovací stav charakterizuje spojitě zatížení o hodnotě  $2 \text{ KN/m}^2$ . Do modelu je brána svislá výslednice působící v ose kanálu.

#### 3.3.3 Lidé na Roštu.

Je brána stejná hodnota zatížení jako v předchozím případě tedy  $2 \text{ KN/m}^2$ , která zatěžuje pouze jeden rošt. Zatížení na stěnu tvoří svislá reakce od tohoto roštu na excentricitě, která způsobí tlakové namáhání a ohybový moment stejného směru, jako ohybový moment od zatížení vodou.

### **3.4 Model**

Model tvoří svislá konzola o výšce stejné jako je výška stěny kanálu.



### **3.5 Návrh výztuže, posouzení**

Z hodnoty. Maximálního návrhového momentu byla vypočítána nutná plocha výztuže. Ovšem rozhodovala minimální plocha výztuže. Prvek byl posouzen pomocí interakčního diagramu. Z diagramu jsem bral v úvahu jen bod 2, což představuje rozhraní mezi tlakovým a tahovým porušením a Bod 3, který představuje případ pouze ohýbaného prvku. Ostatní body nebylo třeba k posudku počítat.

### **3.5 Mezní stav použitelnosti**

Z tohoto mezního stavu bylo požadováno pouze posouzení na vznik trhlin a to z toho důvodu, aby se zamezilo pronikání vody k výztuži a její degradaci.

## **4. Deska D1**

V úvahu byl brán metr běžný desky v místě kde je největší vrstva z prostého betonu který tvoří spádovací vrstvu v korytě kanálu.

### **4.1 Vlastní tíha**

Vlastní tíha působí jako spojitě zatížení na jeden běžný metr délky desky.

### **4.2 Ostatní stálé**

#### 4.2.1 Stěny kanálu

Na desku působí vlastní tíha stěn. Toto zatížení bylo bráno jako spojitě zatížení v místě kde se stěny nacházejí.

#### 4.2.2 Prostý beton

Byla brána v úvahu tíha prostého betonu, a sice jeho průměrná hodnota v posuzovaném úseku z důvodu jeho proměnné výšky po šířce desky.

### **4.3 Proměnné zatížení**

#### 4.3.1 Voda

V úvahu byl brán stav kdy voda proudí v obou větvích kanálu. Byla brána hodnota tíhy vody v posuzované šířce jako spojitě zatížení.

### **4.4 Reakce od roštů.**

Tento zatěžovací stav charakterizují 2 osamělá břemena. Břemeno označené jako V je hodnota Výslednice reakcí které působí na stěnu kanálu S1. Výslednice nepůsobí v ose stěny, ale je odsunuta, protože reakce od roštů nejsou stejně velké. Výslednice v sobě zahrnuje reakci od vlastní tíhy roštů a reakci od zatížení obsluhou ČOV.

Břemeno označeno jako R2 je reakce od menšího z roštů. Také v sobě zahrnuje reakci od vlastní tíhy roštu a reakci od zatížení obsluhou ČOV.

#### **4.5 Model a posouzení**

Model tvoří prostý nosník zatížený všemi stavy. Konstrukce byla posuzována na ohyb a na smyk. Opět rozhodovala minimální plocha výztuže. Posouzení mezního stavu použitelnosti nebylo požadováno.

#### **5.Blok betonu B1**

##### **5.1 Vlastní tíha**

Působí jako spojitě zatížení na jeden metr běžný. Tloušťka bloku je 1100mm.

##### **5.2 Proměnné**

###### **5.2.1Obsluha ČOV**

Je bráno jako spojitě zatížení o hodnotě  $2\text{Kn/m}^2$

##### **5.3 Model a Návrh výztuže**

Modelem prvku je prostý nosník.

O ploše výztuže rozhoduje minimální plocha vyztužení

Smyková výztuž je navržena dle konstrukčních zásad.

#### **6. Žebro Z1**

##### **6.1 Vlastní tíha**

Vlastní tíha je odvozena z rozměrů, které jsou 900x200mm.

##### **6.2 Reakce od roštu**

V této reakci je zahrnuta vlastní tíha roštu i přetížení obsluhou ČOV.

##### **6.3 Reakce z desky D1**

Je brána v úvahu jako spojitě zatížení po délce žebra. Pro zjednodušení se intenzita zatížení nemění a je brána v největší hodnotě.

##### **6.4 Reakce z desky D2**

Je brána jako spojitě zatížení po délce žebra. Pro zjednodušení je se intenzita zatížení nemění a je brána v největší hodnotě.

##### **6.5 Čerpadla**

Tento zatěžovací stav charakterizuje 2 stroje, které budou používány k obsluze kanálu.

Předpokládá se, že si je obsluha může odložit na stěnu žebra. Váha jednoho stroje činí 1t.

V modelu se tyto stroje uvažují u sebe, proto je charakterizuje jedno osamělé břemeno o velikosti 20KN

## 6.5 Voda

Opět se zjednodušeně uvažuje rovnoměrná intenzita po délce. Hodnota intenzity, je brána jako výslednice z místa největšího hydrostatického tlaku.

## 6.6 Vnitřní síly a posouzení na ohyb

Jako model slouží nosník na jednom okraji vetknutý a na druhém okraji uložen na kluzné podpoře. Vnitřní síly jsou počítány od zatížení ve směru Z a od zatížení ve směru X.

Posudek spočíval v návrhu výztuže na maximální ohybový moment ve směru Y a poté převzetí co nejvíce řad výztuže a jejího posouzení na maximální ohybové výztuže ve směru Z. V konečné fázi byl tento prvek posouzen na šikmý ohyb.

## 6.7 Posouzení na smyk

Pro posouzení na posouvající sílu jsem vzal v úvahu zatěžovací stav, kdy osamělé břemeno působí ve vzdálenosti  $d$  od líce podpory a vyvodí tak největší posouvající sílu která může způsobit rozvoj smykové trhliny.

## 7. Křížem vyztužená deska

### 7.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha je odvozena z tloušťky desky, která je 200mm.

### 7.2 Podlaha

Zatížení podlahou je bráno v hodnotě  $6,7 \text{ KN/m}^2$

### 7.3 Proměnné zatížení

#### 7.3.1 Lidé

Intenzita tohoto zatížení je  $2 \text{ KN/m}^2$

#### 7.3.2 Čerpadla

Tento stav charakterizuje zatížení dvěma stroji, každého o váze 1t. Stroje jsou brány jako jedno osamělé břemeno o tíze 20KN.

### 7.4 Zjednodušení modelu

V modelu jsem nepočítal s otvory, které v desce jsou. Ty budou vyztuženy podle konstrukčních zásad. Dále jsem neuvažoval ozub  $h$  pravé horní části desky.

Model vychází z nahrazení desky spojitým nosníkem o šířce  $1\text{m}$  ve směru X a dvěma prostými nosníky ve směru Y. Hlavní předpoklad je že průhyby obou nosníků v půlce rozpětí se musejí rovnat. Z toho předpokladu lze odvodit součinitel roznosu zatížení  $\alpha$ .

## **7.5 Plochy výztuží**

O většině ploch výztuží rozhodovala minimální plocha vyztužení. Plochy jsem se snažil navrhovat tak aby vložky byly osazeny nad sebou po stejných vzdálenostech.

**Závěr:**

Myslím si, že se mi podařilo splnit všechny cíle, které jsem si v úvodu práce vytyčil. Úspěšně jsem vzal v úvahu reálná zatížení konstrukcí a zanalyzoval všechny zatěžovací stavy, které rozhodovali o únosnosti konstrukce a všechny moje úvahy popsat v průvodní zprávě statickým výpočtem. Dále jsem navrhl nosnou i konstrukční výztuž u obou konstrukcí a obě konstrukce posoudil na mezní stav únosnosti. V poslední řadě jsem zpracoval vizualizaci a výkresovou dokumentaci obou objektů.

Tato práce posunula moje chápání a dovednosti v oboru navrhování železobetonových konstrukcí na další úroveň. Doufám, že tyto nabyté znalosti využiji v praxi.

## Seznam použitých zdrojů

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení Konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-1-3 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ZICH MILOŠ A KOLEKTIV. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódu*. Praha: Verlag Dashöfer nakladatelství s. r. o., 2010. 145s. ISBN 978-80-86897-38-7

KADLČÁK, J. KYTÝR, J. *Statika II. Stavebních konstrukcí Staticky neurčité prutové konstrukce*. Brno: Nakladatelství VUTIUM, 2004, ISBN 8021426314

## Seznam použitých zkratek a symbolů

ČSN.....	Česka státní norma
ČOV.....	Čistička odpadních vod
$F_{ck}$ .....	charakteristická pevnost betonu v tlaku
$E_{cm}$ .....	střední hodnota modulu pružnosti betonu
$F_{ctm}$ .....	střední hodnota pevnosti v tahu betonu
$F_{cd}$ .....	návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
$F_{yk}$ .....	charakteristická pevnost oceli v tahu
$F_{yd}$	návrhová pevnost oceli v tahu
$E_s$ .....	Modul pružnosti oceli
$C$ .....	hodnota krytí
$C_{min}$ .....	...minimální hodnota krytí
$\Delta_{dev}$ .....	možná návrhová odchylka
$A_{sreq}$ .....	nutná plocha výztuže
$\epsilon_{yd}$ .....	protažení při dosažení maximálního napětí ve výztuži
$I_c$ .....	moment setrvačnosti betonového průřezu
$I_i$ .....	moment setrvačnosti ideálního průřezu.
$l_{bd}$ .....	návrhová kotevní délka

## **Seznam příloh**

P1 Vizualizace, Použité podklady a statický výpočet

P2 výkres obtokového kanál M 1:20

P3 výkres křížem vyztužené desky M1:20